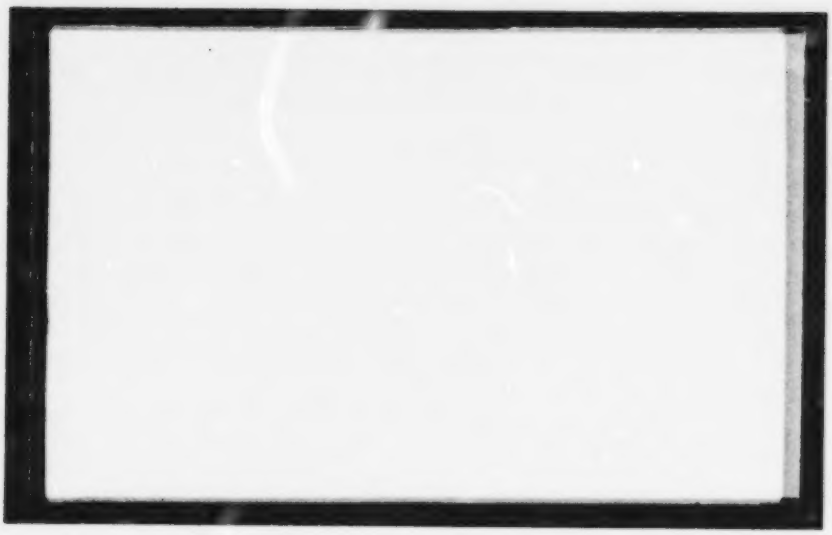
UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL



CENTRE DE RECHERCHE SUR LES TRANSPORTS

CASE POSTALE 6128, STATION A, MONTRÉAL, QUÉBEC, H3C 3J7

GUIDE DE L'UTILISATEUR

par

Claude Achim, Robert Chapleau,
Claude Chriqui, Pierre Robillard

Cette recherche a été subventionnée en partie par "Ford Motor Company of Canada".

Université de Montréal
Publication #23 - Centre de recherche sur les transports
Septembre 1974 - Révisée en juin 1975

Dépôt légal - 1er trimestre 1978

INTRODUCTION

Dans le domaine du transport urbain, un intérêt croissant est accordé aux modes de transport autres que l'automobile privée pour assurer le déplacement des personnes. Le mode le plus important est sans doute le système de transport public composé de lignes d'autobus et/ou métro, structurées en un réseau desservant l'ensemble du territoire urbain. Un besoin pressant d'outils valables d'analyse pour un tel réseau a conduit au développement du système TRANSCOM (TRANSport en COMmun).

C'est un système composé de procédures à être exécutées sur ordinateur, qui réalise l'affectation de la clientèle sur un réseau de transport en commun. Constituant ainsi un modèle de simulation du comportement des usagers, il facilite la planification opérationnelle à court ou moyen terme d'une configuration du système de transport.

Pour bien répondre aux impératifs d'une utilisation fréquente et routinière du modèle, et ce, pour des problèmes complexes et de grande taille, le système TRANSCOM se doit de répondre à trois objectifs:

- représentation fidèle de la situation
- flexibilité du modèle pour fins d'évaluation, calibration ou modification
- efficacité maximale

Pour ce faire, le système fait appel à des solutions originales: acquisition d'un minimum de données de base, géocodage des informations, affectation en deux étapes, traitement implicite des liens, etc. A cet

égard, TRANSCOM se veut être autant un outil de recherche qu'un outil opérationnel; c'est pourquoi il a été développé suivant une structure modulaire, plus facilement extensible ou modifiable.

La conception du système TRANSCOM repose sur quatre modules principaux. La figure 1 illustre l'organisation générale du modèle. On y retrouve:

1- Le module PUBTRAN (fig. 2): les données de base décrivant le réseau de transport en commun à l'étude sont d'abord codifiées, puis soumises au module en deux blocs:

   a) ensemble de NOEUDS: la localisation des activités sur le réseau produit un ensemble de noeuds --points d'entrée, de sortie et/ou de correspondance entre les lignes-- auxquels sont associées des coordonnées géographiques prises dans un système d'axes rectangulaires;

   b) ensemble de LIGNES: la représentation du mouvement des véhicules est réalisée en soumettant pour chacune des lignes, ses caractéristiques --vitesse commerciale, intervalle entre véhicules, distance réelle du trajet-- et la description de son parcours --séquence ordonnée des noeuds traversés.

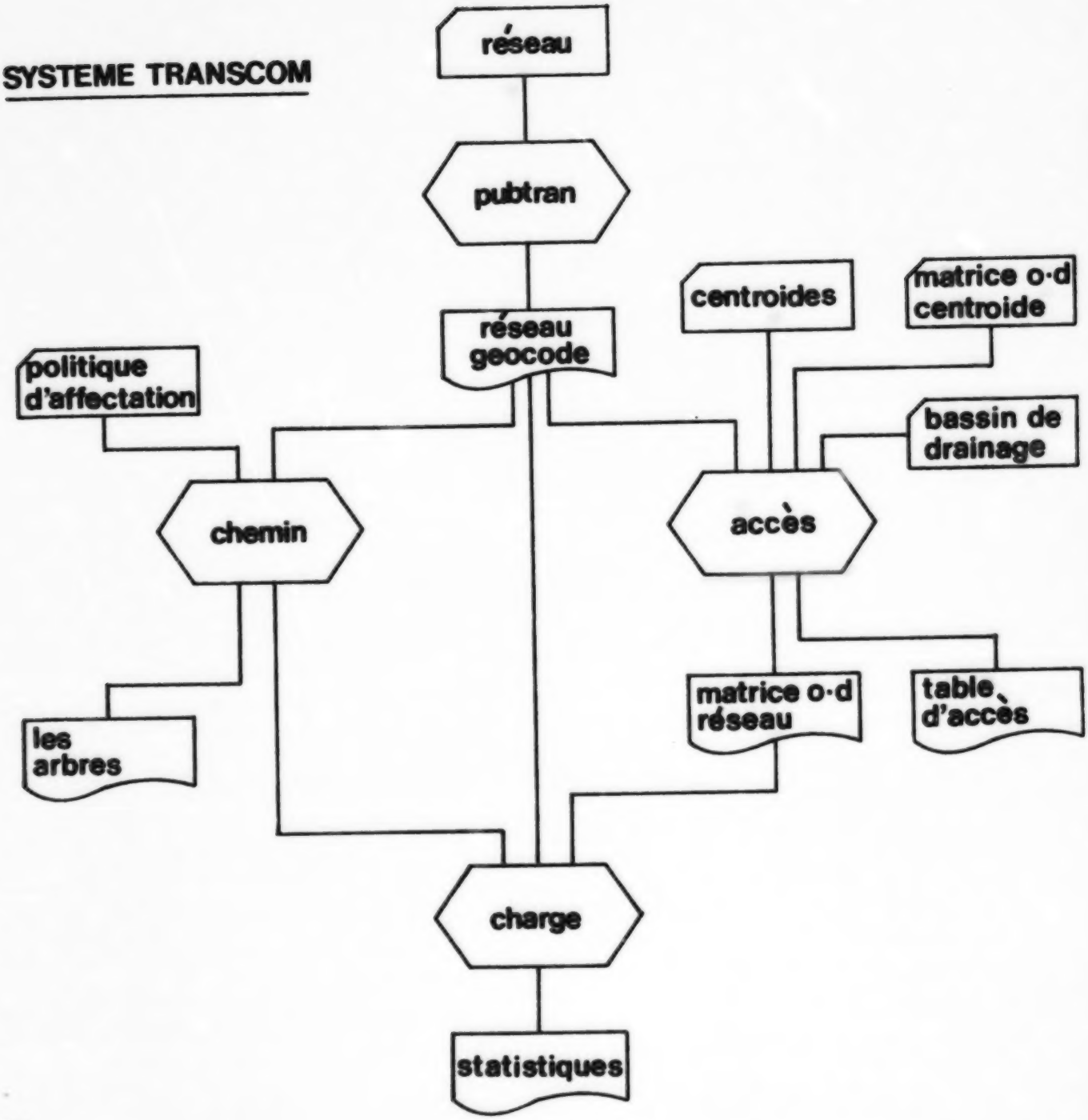

SYSTEME TRANSCOM
réseau
pubtran
réseau geocode
centroides
matrice o·d centroide
politique d'affectation
bassin de drainage
chemin
accès
les arbres
matrice o·d réseau
table d'accès
charge
statistiques

Figure 1

Le module PUBTRAN vérifie la compatibilité de ces données et en déduit une structure de représentation interne adaptée aux besoins des modules suivants. Sous cette forme, la configuration du réseau à l'étude sera dorénavant appelée fichier XRES.

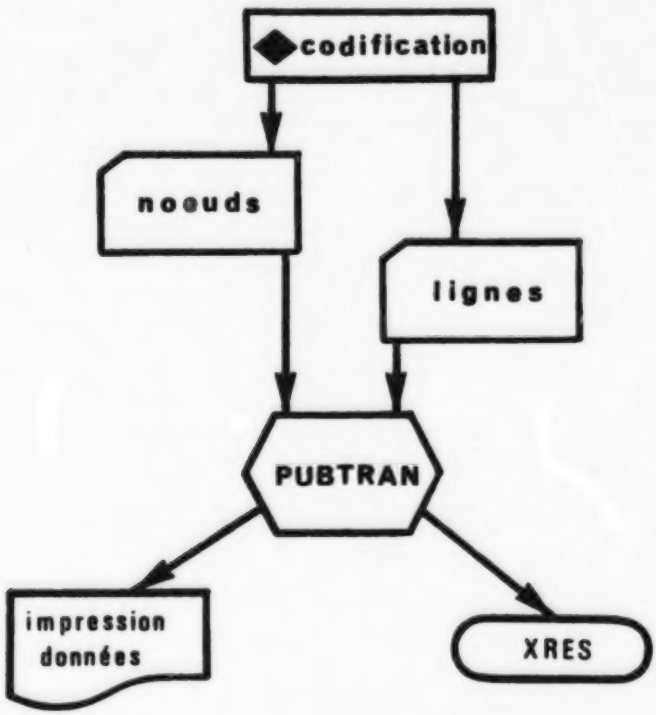


Figure 2

2- Le module ACCES (fig. 3): les données de déplacements se présentent sous une forme similaire:

a) ensemble de CENTROIDES: le territoire desservi par le réseau de transport en commun est subdivisé en zones. Pour le modèle TRANSCOM, on ne retient que la localisation, par

coordonnées géographiques, du centre d'activité de chacune des zones;

b) déplacements origine-destination: la demande de transport est représentée de manière conventionnelle. On dispose des entrées non nulles d'une matrice interzone, résultat d'une enquête origine-destination.

Le module ACCES réalise alors, sans expliciter les liens artificiels de marche, l'affectation des déplacements hors réseau. Il transpose, suivant des règles imposées par l'utilisateur du modèle, la matrice origine-destination interzone en une matrice origine-destination entre les noeuds du réseau. C'est un processus en deux étapes; une table d'accès complète est d'abord générée par le module, puis réduite, selon le choix d'une politique d'accès par l'utilisateur, en un fichier résultant appelé ODRST.

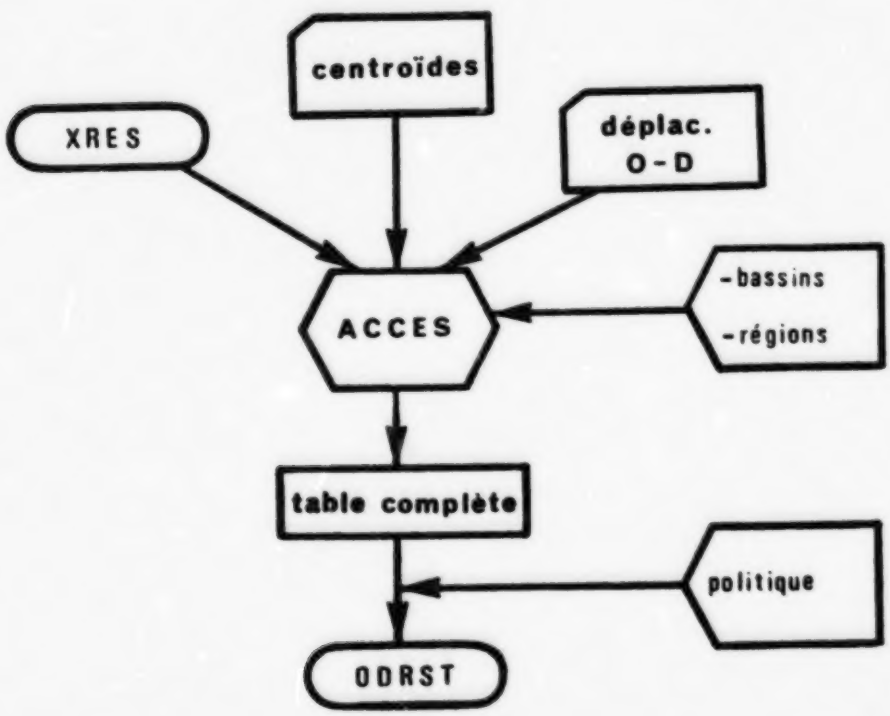


Figure 3

3- Le module CHEMIN (fig. 4): la simulation du comportement des usagers du système de transport en commun est effectuée par le biais de la sélection pour chacun des déplacements du trajet optimal entre les points d'entrée et de sortie sur le réseau. Plusieurs critères peuvent être appliqués dans le but de bien représenter le comportement global des passagers. Ainsi, le module CHEMIN offre à l'utilisateur trois algorithmes de cheminement, à savoir:

CTM : Chemins à Temps Minimum

CTPM : Chemins à Temps Perçu Minimum

TRAMIN : chemins à TRAnsfert MINimum

Ces algorithmes calculent, à partir d'un noeud origine, les chemins conduisant à tous les autres noeuds du réseau considérés comme destinations. Ces résultats sont transmis sous forme d'une structure d'ARBRES, nom du fichier résultant du module CHEMIN.

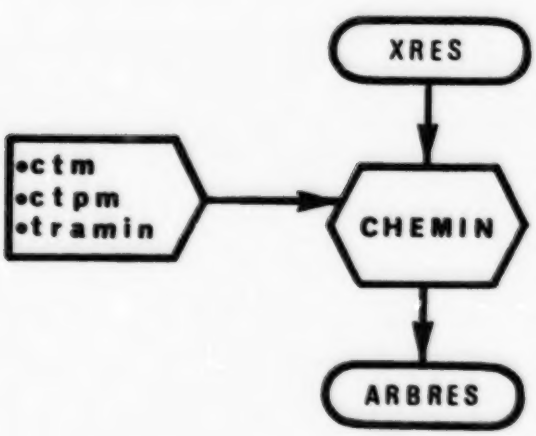


Figure 4

4- Le module CHARGE (fig. 5): ce dernier module réalise l'affectation des passagers le long des trajets qui ont été sélectionnés par l'algorithme de cheminement. Les résultats accumulés sont de divers types. On distingue, entre autres:

a) statistiques générales pour l'ensemble des déplacements, la distribution des temps de voyage ainsi que le compte des entrants et sortants pour le mode métro;

b) fichier STATOR: qui contient des statistiques permettant d'évaluer le comportement des usagers et le niveau de service en chacun des noeuds considérés comme origines;

c) fichier FLOT: qui décrit la circulation complète des passagers sur le réseau; on y retrouve la charge des liens le long des lignes ainsi que les mouvements des usagers en chacun des noeuds.

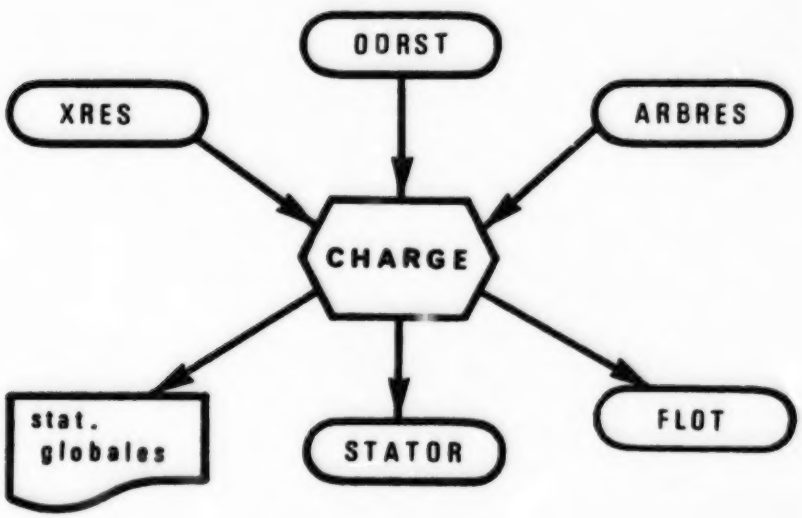


Figure 5

Etant donné que la composante la plus importante du système TRANSCOM demeure l'utilisateur du modèle, les quatre modules précédents --PUBTRAN, ACCES, CHEMIN et CHARGE-- demeurent sous la tutelle d'un superviseur qui assure une communication facile avec l'extérieur. A l'aide d'un langage simple, l'utilisateur maintient le contrôle de chacune des opérations du système; une intervention (facultative) lui est réservée lors de l'exécution de chacun des modules.

En outre, le superviseur conserve la gérance des différents fichiers en présence. A l'aide de modules de service, il peut répondre à diverses requêtes de la part de l'utilisateur concernant des modifications mineures ou l'impression d'informations spécifiques.

Ceci complète l'organisation du système TRANSCOM. Le modèle a été développé au Département d'informatique de l'Université de Montréal en collaboration avec le service de la Planification de la Commission de Transport de la Communauté Urbaine de Montréal.

GENERALITES DU LANGAGE

1. Conceptuellement, le système TRANSCOM a été construit autour de quatre modules principaux. On y distingue:
   - le module PUBTRAN qui a pour fonction de générer la structure informatique représentant le réseau de transport en commun;
   - le module ACCES qui réalise l'affectation implicite des déplacements hors réseau;
   - le module CHEMIN qui regroupe différents algorithmes de cheminement permettant d'associer divers critères au comportement des usagers du système de transport;
   - le module CHARGE qui complète l'affectation des passagers sur les lignes d'autobus ou métro du réseau de transport en commun.

2. A cause de la grande taille et de la complexité du problème, et afin de fournir à l'utilisateur une plus grande flexibilité et un meilleur contrôle, le système TRANSCOM procédera par étapes, reflétant le cheminement imposé par les modules décrits plus haut.

3. Pour réaliser la tâche complète de l'affectation des passagers sur le réseau de transport en commun, l'utilisateur dispose d'un langage simple permettant de communiquer avec le superviseur de TRANSCOM qui se chargera de commander et de gérer l'exécution des programmes nécessaires.

4. Les principaux éléments de ce langage sont:
   a) les blocs de commande, appelés aussi modules et sous-modules,
   b) les fichiers,

c) les cartes de caractère général,

d) les cartes particulières de commande.

5. Les blocs de commande: la séquence complète des opérations afin de réaliser l'affectation des passagers a été subdivisée en neuf tâches distinctes. Nous y distinguons des modules et sous-modules: quatre modules (soulignés qui doivent nécessairement être exécutés dans l'ordre mentionné) et cinq sous-modules facultatifs qui ont pour but de répondre à des besoins spécifiques de l'utilisateur. Nous énumérons, dans l'ordre, la première carte de chacun de ces blocs de commande (carte de bloc):

BUILD NETWORK : construction du réseau.

UPDATE NETWORK SCHEDULE : modification de temps sur certains éléments du réseau.

DISPLAY NETWORK : impression d'informations sur le réseau.

BUILD ACCESS TABLE : construction de la table d'accès complète.

DISPLAY ACCESS TABLE : impression d'informations sur l'accès.

BUILD OD MATRIX : réduction de la table d'accès et construction de la matrice O-D réseau.

BUILD LINE FLOWS : chargement des déplacements sur le réseau.

DISPLAY FLOW : impression des résultats.

DISPLAY PATHS : impression d'informations sur les chemins optimaux.

6. Les fichiers: le principal effet de l'exécution des blocs de commande est la transformation ou la création de blocs d'informations possédant un caractère commun: les fichiers. TRANSCOM traite deux types de fichiers. Les fichiers de type "utilisateur" sont généralement sur cartes et contiennent les données de base fournies par l'utilisa-

teur. Par exemple le fichier NOEUDS est un fichier "utilisateur". Les fichiers de type "transcom" sont créés par le système lui-même. Ils possèdent un identificateur numérique (entier positif comportant au plus dix chiffres décimaux) défini par l'utilisateur. Ils sont le résultat de l'exécution d'un bloc de type **BUILD** ou **UPDATE**. L'utilisateur peut connaître leur contenu à l'aide de blocs de type **DISPLAY**. L'utilisateur du modèle TRANSCOM conserve le contrôle de la gestion de ces blocs d'informations grâce à deux commandes (USE:utiliser ou KEEP:conserver).

"manipuler"	"type de fichier"	"identification"
[USE / KEEP]	[NETWORK / TABLE / MATRIX / FLOW / STATOR]	IDENT NUMBER

Les types de fichiers se réfèrent donc aux blocs de commande qui y sont directement associés.

NETWORK : réseau de transport en commun (module **BUILD NETWORK**)

TABLE : table d'accès complète (module **BUILD ACCESS TABLE**)

MATRIX : matrice origine-destination sur le réseau (module **BUILD OD MATRIX**)

FLOW : circulation résultante des passagers sur le réseau (module **BUILD LINE FLOWS**)

STATOR : statistiques sur les déplacements originant en divers points du territoire (module **BUILD LINE FLOWS**).

L'identification des fichiers apporte à l'utilisateur un maximum de souplesse et de contrôle en regard de la banque d'informations générée par l'exécution des différents modules du système TRANSCOM.

7. Chaque bloc de commande est constitué d'un ensemble de cartes qui définissent les conditions d'exécution du module. Ces cartes seront expliquées en détail plus loin. D'autres, de caractère plus descriptif, s'appliquent à tous les modules et sous-modules. Ce sont:

- la carte d'identification de l'utilisateur (facultative) :

  JOB SUBMITTED BY *nom*

  le nom de l'utilisateur est constitué d'une chaîne de 1 à 20 caractères incluant les espaces suivant le premier caractère non blanc
- les cartes commentaires (facultatives) :

  * ... commentaires ...

  elles peuvent apparaître partout avant la carte END
- les cartes d'espacement des commandes (facultatives) :

  (carte blanche)

  elles peuvent apparaître partout avant la carte END
- la carte d'exécution des commandes (facultative) :

  GO
- la carte de terminaison du bloc de commande (obligatoire)

  END

Toutes les cartes de commande se retrouvent entre une carte de bloc et une carte END. Ces cartes, lorsque soumises, sont analysées par le superviseur et, à moins d'erreurs, ne déclencheront l'exécution que si la carte GO a aussi été soumise. Remarquons que les données exi-

gées par le programme appelé, apparaissent après la carte **END**.

8. En somme, chaque bloc de commande est constitué d'un ensemble de cartes qui contrôleront, sous l'égide du superviseur, l'exécution d'un ensemble restreint de sous-programmes FORTRAN réunis sous forme de ce que nous avons appelé modules et sous-modules. Ces ensembles de cartes sont à peu près toujours structurés de la manière suivante:

   - une première carte de bloc pour appeler le module ou sous-module associé (obligatoire) Ex.: **BUILD NETWORK**
   - une carte d'identification de l'utilisateur (facultative)
     Ex.: **JOB SUBMITTED BY LUCKIE LUX**
   - des cartes commentaires (facultatives)
     Ex.: * S'IL N'Y A PAS DE GREVE
   - des cartes de spécification de paramètres (souvent obligatoires)
     Ex.: **SCALE 250 UNITS = ONE MILE**
   - des cartes de commande pour certaines tâches (souvent facultatives)
     Ex.: **COMPARE LINE LENGTHS**
   - des cartes de manipulation de fichiers (souvent obligatoires)
     Ex.: **USE NETWORK IDENT NUMBER 387**
   - une carte d'éxécution si analyse satisfaisante des cartes de commande (facultative)
     Ex.: **GO**
   - une carte marquant la fin du bloc de commande (obligatoire)
     Ex.: **END**

Le format de chaque carte du langage est libre. Tous les espaces (blancs) sont ignorés et l'analyse d'une carte s'arrête à la dernière colonne significative. On peut donc utiliser les bouts de carte pour insérer des commentaires. Par exemple, les deux cartes suivantes sont équivalentes:

```
BUILD  NET    WORK RESEAU SIMPLIFIE
BUILD NETWORK
```

Dans les pages qui suivent $\underline{\alpha}$ représente un nombre réel (Ex.: -123.5) et $\underline{n}$ un nombre entier (Ex.: +7 ou 7).

BLOCS DE COMMANDE

Module Pubtran

1. BUILD NETWORK
2. UPDATE NETWORK SCHEDULE
3. DISPLAY NETWORK

Module Accès

4. BUILD ACCESS TABLE
5. DISPLAY ACCESS TABLE
6. BUILD OD MATRIX

Module Charge

7. BUILD LINE FLOWS
8. DISPLAY FLOW
9. DISPLAY PATHS

1.1.1 Bloc de commande BUILD NETWORK

Les cartes de commande qui font partie de cet ensemble sont les suivantes:

```
BUILD NETWORK                                   *
SCALE α UNITS = ONE MILE                        *
NUMBER OF METRO STATIONS n                      *
NUMBER OF METRO LINES n                         *
ESTIMATED NUMBER OF NODES n                     *
ESTIMATED NUMBER OF LINES n                     *
LIST NODE CARDS
LIST LINE CARDS
COMPARE LINE LENGTHS
PRINT NETWORK
KEEP NETWORK IDENT NUMBER n
GO
END                                             *
Données sur les NOEUDS                          *
Données sur les LIGNES                          *
```

Les cartes marquées d'une * sont obligatoires.

1.1.2 Ce module constitue la première étape du système TRANSCOM. Il a pour tâche de construire la structure interne représentant le réseau de transport en commun à l'étude et de la conserver sur le fichier NETWORK. Ceci est réalisé à partir des deux ensembles de données, les NOEUDS et les LIGNES, constitués lors de la codifi-

cation. Certaines facilités de vérification sont à la disposition de l'utilisateur.

1.2.1 La première carte **BUILD NETWORK** est évidemment obligatoire. Elle a pour effet de définir le bloc de commande qui sera appliqué.

1.2.2 Les cinq cartes suivantes sont aussi obligatoires pour ce module. Ces cartes transmettent les valeurs de cinq paramètres essentiels à la définition du réseau analytique. Nous retrouvons:

- l'échelle en unités de dessin par mille (ou kilomètre) qui s'applique aux coordonnées géographiques de l'ensemble des noeuds du réseau;
- les nombres de stations et lignes de métro (installations permanentes);
- les nombres prévus des noeuds et lignes.

1.2.3 Afin de faciliter la vérification des données soumises, l'utilisateur peut faire imprimer certaines informations. Chacune de ces cartes (facultatives) commande une tâche précise:

LIST NODE CARDS : copier sur imprimante les cartes de données sur les noeuds,

LIST LINE CARDS : copier sur imprimante les cartes de données sur les lignes,

COMPARE LINE LENGTHS : comparer les distances totales de parcours des lignes (théorique et réelle),

PRINT NETWORK : imprimer la structure de représentation interne du réseau généré.

1.2.4 Si le programme de génération du réseau est exécuté sans erreur, l'utilisateur a la possibilité de conserver, pour usage ultérieur, le réseau interne sur un fichier de type **NETWORK**. L'assignation d'un numéro d'identification en fera une entité accessible. La carte de commande sera du type:

KEEP NETWORK IDENT NUMBER *n*

1.2.5 Les dernières cartes du bloc de commande **BUILD NETWORK** consisteront en:

- **GO** : carte demandant l'exécution des commandes
- **END** : carte marquant la fin du bloc de commande à être interprété par le superviseur de TRANSCOM
- Données sur les **NOEUDS**

  Données sur les **LIGNES** :

  cartes de données habituellement associés aux programmes du module PUBTRAN; le FORMAT de ces cartes est explicité dans le chapitre traitant de la codification d'un réseau de transport en commun [1], [3].

2.1.1 Bloc de commande UPDATE NETWORK SCHEDULE

Les cartes de commande qui font partie de cet ensemble sont les suivantes:

```
UPDATE NETWORK SCHEDULE                                    *
USE NETWORK IDENT NUMBER n                                 *
DIVIDE WAITING TIME BY α
INCREASE WAITING TIME BY α MINUTES
LINE n DIVIDE WAITING TIME BY α
LINE n INCREASE WAITING TIME BY α MINUTES
LINE n INTERNODE TIME α MINUTES FROM n TO n
KEEP NETWORK IDENT NUMBER n
GO
END                                                        *
```

2.1.2 Suivant la logique du modèle TRANSCOM, ce bloc de commande, qui effectue des modifications de temps sur certains éléments du réseau, est facultatif. Cependant, son utilisation est assujettie à l'exécution préalable du bloc de commande BUILD NETWORK qui peut seul créer un fichier initial de type NETWORK.

2.2.1 la première carte de bloc - UPDATE NETWORK SCHEDULE - est obligatoire. Il en est de même pour la carte suivante - USE NETWORK IDENT NUMBER n - qui spécifie quelle configuration de réseau sera modifiée.

2.2.2 Les cartes de commande suivantes sont facultatives. Elles permettent de modifier des temps de parcours ou des temps d'attente, globalement ou localement. L'ordre d'apparition de ces cartes

est important. L'exécution de chaque commande est complétée avant de procéder à la suivante. Ainsi un large éventail de possibilités de modification est offert à l'utilisateur. Les commandes sont les suivantes:

DIVIDE WAITING TIME BY $\underline{\alpha}$: modification à caractère global qui a pour effet de diviser le temps d'attente de toutes les lignes par un certain facteur $\underline{\alpha}$.

INCREASE WAITING TIME BY $\underline{\alpha}$ **MINUTES:** modification à caractère global qui a pour effet d'augmenter le temps d'attente de toutes les lignes d'une certaine valeur constante $\underline{\alpha}$.

Ces deux modifications globales ne peuvent être définies qu'une seule fois à l'intérieur du bloc.

LINE $\underline{n}$ **DIVIDE WAITING TIME BY** $\underline{\alpha}$:modification du premier type, limitée à la ligne mentionnée.

LINE $\underline{n}$ **INCREASE WAITING TIME BY** $\underline{\alpha}$ **MINUTES:** modification du deuxième type, limitée à la ligne mentionnée.

LINE $\underline{n}$ **INTERNODE TIME** $\underline{\alpha}$ **MINUTES FROM** $\underline{n1}$ **TO** $\underline{n2}$ modification à caractère local ayant pour fonction de fixer le temps de transport de $n1$ à $n2$ sur le segment $(n1, n2)$ d'une ligne.

Le temps de $n2$ à $n1$ n'est pas modifié.

2.2.3 Une fois ces modifications accomplies, l'utilisateur voudra probablement conserver la structure interne du réseau tel que modifié. La carte de commande nécessaire sera:

KEEP NETWORK IDENT NUMBER $\underline{n}$

Si le numéro d'identification est le même que celui utilisé dans l'énoncé **USE NETWORK IDENT NUMBER** l'ancienne version sera remplacée par le réseau modifié. Dans le cas contraire, l'utilisateur disposera de deux réseaux différents sur lesquels il pourra appliquer tous les modules ou sous-modules subséquents.

2.2.4 Les cartes **GO** et **END** conservent leur signification habituelle. Aucune donnée supplémentaire n'est nécessaire pour l'exécution du programme.

3.1.1 Bloc de commande DISPLAY NETWORK

Les cartes de commande qui font partie de cet ensemble sont les suivantes:

DISPLAY NETWORK *

USE NETWORK IDENT NUMBER *n* *

PRINT NETWORK

DESCRIBE NODE *n*

DESCRIBE LINE *n*

NETWORK SYSTEM UNITS *α* = **ONE INCH**

GRAPH NETWORK

GO

END *

3.1.2 Ce bloc a pour but de fournir à l'utilisateur une description de divers éléments du réseau. L'exécution de ce bloc de commande est donc facultatif. Aucun fichier n'est d'ailleurs créé ou modifié par ce sous-module.

3.2.1 La première carte - **DISPLAY NETWORK** - est obligatoire. La carte suivante aussi: - **USE NETWORK IDENT NUMBER** *n* - détermine le réseau à partir duquel des informations seront imprimées.

3.2.2 Les cartes de commande suivantes sont facultatives:

Nous avons:

PRINT NETWORK : commande l'impression de la structure de représentation interne du réseau;

DESCRIBE NODE *n* : produit l'impression de tous les éléments associés au noeud spécifié (liens et lignes qui entrent ou sortent);

DESCRIBE LINE *n* : produit l'impression de tous les éléments associés à la ligne spécifiée (noeuds traversés, temps de transport sur les liens, vitesse, distance etc.).

3.2.3 Les deux cartes suivantes, facultatives aussi, doivent apparaître ensemble. Elles ont pour effet, quand l'installation-ordinateur où le système TRANSCOM est implanté dispose des facilités requises, de produire un dessin du réseau sur un traceur de type CALCOMP. La dimension du dessin est déterminée par la carte - **NETWORK SYSTEM UNITS** *α* = **ONE INCH** - , i.e. un pouce sur le dessin correspond à un certain nombre d'unités sur la carte de codification du réseau. La carte - **GRAPH NETWORK** - provoque enfin le tracé du dessin désiré.

3.2.4 Les dernières cartes **GO** et **END** conservent leur signification habituelle. Aucune donnée supplémentaire n'est exigée pour la bonne marche de ce sous-module.

4.1.1 Bloc de commande **BUILD ACCESS TABLE**

Les cartes de commande qui font partie de cet ensemble sont les suivantes:

```
BUILD ACCESS TABLE                                          *
USE NETWORK IDENT NUMBER n                                  *
SCALE α UNITS = ONE MILE                                    *
ACCESS DISTANCE α FEET                                      *
ACCESS SPEED α MILES PER HOUR                               *
ZONE SYSTEM TO NETWORK SYSTEM
XSHIFT α YSHIFT α ANGLE α [DEGREES / RADIANS]
SPECIAL AREA CIRCLE DIVIDE ACCESS DISTANCE BY α
CENTER α , α RADIUS α
SPECIAL AREA RECTANGLE DIVIDE ACCESS DISTANCE BY α
[LOWX / WEST] α [HIGHX / EAST] α [LOWY / SOUTH] α [HIGHY / NORTH] α
DIVIDE WAITING TIME BY α
INCREASE WAITING TIME BY α MINUTES
KEEP TABLE IDENT NUMBER n
GO
ZONES ON [INPUT / TAPE] [EXPLICIT IDENT]                    *
END                                                         *
```

4.1.2 Ce module construit le fichier **TABLE** . Chaque enregistrement dans ce fichier est un lien entre un centroïde et un sommet du réseau. Ce fichier est trié par rapport aux identificateurs des centroïdes. On peut avoir plusieurs liens déterminés pour un seul centroïde.

Ces liens entre sommets du réseau et centroïdes sont déterminés par le fait suivant: si un centroïde appartient au bassin de drainage d'une ligne, un lien est créé (arc fictif) entre ce centroïde et le sommet de la ligne qui lui est le plus vite accessible. L'enregistrement contient également le temps d'accès ainsi que la façon d'accéder (à pied jusqu'au noeud ou bien en empruntant précisément un véhicule de la ligne en question).

4.2.1 La carte **BUILD ACCESS TABLE** est obligatoire. Elle a pour effet de définir le bloc de commande à être appliqué.

4.2.2 La carte **SCALE** α **UNITS = ONE MILE** est également obligatoire. Elle donne l'échelle de la carte géographique utilisée lors de la codification des CENTROIDES.

4.2.3 La carte **ACCESS DISTANCE** α **FEET** est obligatoire. Elle définit la distance d'accès à toutes les lignes. Si un centroïde se trouve à une distance moindre que la distance d'accès d'une ligne, deux liens d'accès seront créés (prendront place dans la table d'accès de ce centroïde) à deux sommets appartenant à la ligne en question.

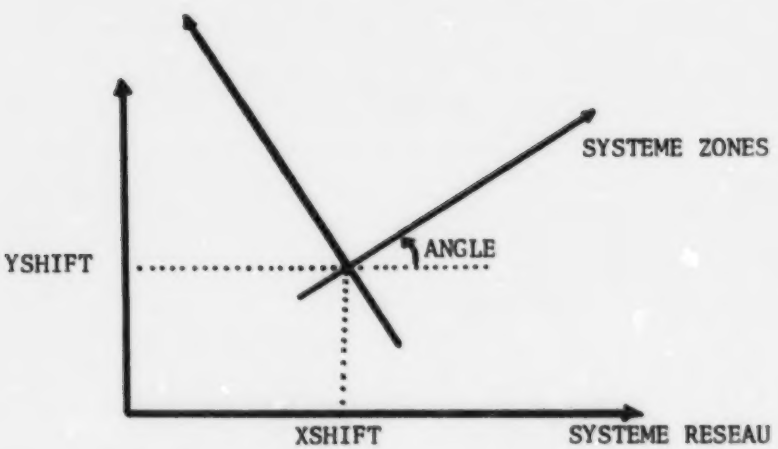
4.2.4 La carte **ACCESS SPEED** α **MILES PER HOUR** est obligatoire. Elle définit la vitesse d'accès (en général la vitesse de marche) afin que soient calculés les temps d'accès.

4.2.5 Cartes **ZONE SYSTEM TO NETWORK SYSTEM**

Carte **XSHIFT** α **YSHIFT** α **ANGLE** α [**DEGREES** / **RADIANS**]

Ces deux commandes, si elles sont utilisées, doivent l'être ensemble et dans l'ordre indiqué. Elles sont nécessaires si, et c'est en général le cas, le système d'axes rectangulaires des noeuds du réseau n'est pas le même que celui des centroïdes des zones. Une translation et rotation s'imposent alors. Ces transformations ont pour but d'amener le système d'axes centroïdes à coïncider avec le système d'axes noeuds. La translation se fait avec les valeurs fournies à **XSHIFT** (abscisse) et **YSHIFT** (ordonnée). L'angle de la rotation peut être donné en degrés ou en radians, précisant l'unité en utilisant **DEGREES** ou **RADIANS**.

XSHIFT et **YSHIFT** représentent les coordonnées (dans le système d'axes du réseau) de l'origine du système d'axes de la carte des zones.



4.2.6 Les commandes suivantes sont utiles pour changer la valeur de la distance d'accès précédemment définie (4.2.3) d'une façon locale, c'est-à-dire que, pour un ensemble de centroïdes définissant une région sur la carte du réseau, on peut changer cette valeur.

SPECIAL AREA CIRCLE DIVIDE ACCESS DISTANCE BY $\underline{\alpha}$

CENTER $\underline{\alpha}$, $\underline{\alpha}$ RADIUS $\underline{\alpha}$

Ces deux commandes, si elles sont utilisées doivent l'être dans l'ordre indiqué. Elles définissent une région circulaire du territoire. Les coordonnées du centre de cette région ainsi que son rayon d'action sont fournies par l'utilisateur en unités du réseau des noeuds. La distance d'accès est alors modifiée pour les centroïdes appartenant à cette région.

SPECIAL AREA RECTANGLE DIVIDE ACCESS DISTANCE BY $\underline{\alpha}$

$$\begin{bmatrix}\text{LOWX}\\\text{WEST}\end{bmatrix}\ \underline{\alpha}\ \begin{bmatrix}\text{HIGHX}\\\text{EAST}\end{bmatrix}\ \underline{\alpha}\ \begin{bmatrix}\text{LOWY}\\\text{SOUTH}\end{bmatrix}\ \underline{\alpha}\ \begin{bmatrix}\text{HIGHY}\\\text{NORTH}\end{bmatrix}\ \underline{\alpha}$$

De même nature que pour SPECIAL AREA CIRCLE la région spéciale définie ici est un rectangle défini par quatre valeurs. Le rectangle a ses côtés parallèles aux axes du système des noeuds. Les quatre valeurs qui définissent ce rectangle peuvent être données dans un ordre quelconque, et en utilisant pour chacune l'un quelconque des deux mots clés permis.

4.2.7 Les commandes suivantes ont pour effet de modifier localement, c'est-à-dire seulement pendant l'exécution du module **ACCES**, les temps d'attente (intervalles) sur TOUTES les lignes du réseau; ce sont:

DIVIDE WAITING TIME BY $\underline{\alpha}$

Cette commande entraîne la division par $\underline{\alpha}$ de tous les temps d'attente.

INCREASE WAITING TIME BY $\underline{\alpha}$ **MINUTES**

qui définit la quantité à ajouter à tous les temps d'attente.
Ces commandes seront utilisées pour calibrer l'accès au réseau.

4.2.8 La commande **USE NETWORK IDENT NUMBER** $\underline{n}$ a le même sens qu'en 2.2.1.

KEEP TABLE IDENT NUMBER $\underline{n}$

commande définissant l'identificateur de la table d'accès complète. Rappelons que ce fichier servira d'entrée au bloc de commande **BUILD OD MATRIX.**

4.2.9 La commande

ZONES ON [INPUT / TAPE] [EXPLICIT IDENT]

est obligatoire et permet de spécifier sur quel support et sous quelle forme sont présentées les coordonnées des centroïdes des

zones[1].

Si l'option **INPUT** est utilisée, les cartes de données devront suivre la carte **END**.

Les coordonnées des centroïdes avec leur identificateur peuvent être fournies sous deux formes:

soit huit couples (X_i,Y_i) par carte,
soit un triplet (i,X_i,Y_i) par carte.

Dans le premier cas, l'ordre d'occurrence tient lieu d'identificateur du centroïde (par exemple, le troisième couple de la deuxième carte réfère à la zone numéro 11).

Si l'option (i,X_i,Y_i) est utilisée, il faudra préciser **EXPLICIT IDENT**, l'option par défaut étant le cas où l'identificateur de la zone n'est pas fourni.
On indique la fin des données par une coordonnée X = 99999.

4.2.10 Les commandes **GO** et **END** ont le sens habituel.

1 Voir description complète dans [2] et [3].

5.1.1 Bloc de commande DISPLAY ACCESS TABLE

Les cartes de commande qui font partie de cet ensemble sont les suivantes:

```
DISPLAY ACCESS TABLE                          *
USE NETWORK IDENT NUMBER n                    *
USE TABLE IDENT NUMBER n                      *
ZONE n
ZONE n1 TO n2
GO
END                                           *
```

5.1.2 Ce module permet d'imprimer le contenu de la table d'accès complète. Celle-ci aura été obtenue par l'exécution du bloc BUILD ACCESS TABLE.

5.2.1 Les trois premières cartes sont obligatoires. De plus, le fichier NETWORK spécifié devra être celui qui avait été utilisé lors de la création du fichier TABLE. Cette vérification de compatibilité est laissée à l'utilisateur.

5.2.2 A l'aide des cartes ZONE, on nomme les centroïdes dont on veut faire imprimer la table d'accès. On peut spécifier un seul centroïde (1ère forme) ou une séquence de centroïdes (2e forme). On peut utiliser autant de cartes ZONE que l'on désire.

5.2.3 Les cartes GO et END ont le sens habituel.

6.1.1 Bloc de commande **BUILD OD MATRIX**

Ce bloc accepte les commandes suivantes:

```
BUILD OD MATRIX                                                    *
USE NETWORK IDENT NUMBER n                                         *
USE TABLE IDENT NUMBER n                                           *
REDUCE ACCESS TABLE TO NEAREST [NODE                               *
                               NODE PREFER METRO
                               TWO NODES
                               BUS AND NEAREST METRO
                               NODE AND NEAREST METRO]
SPECIAL ACCESS ZONE n1 AT NODE n2
SPECIAL ACCESS ZONE n1 AT NODES n2 AND n3
OD ON [INPUT]                                                      *
      [TAPE ]
KEEP MATRIX IDENT NUMBER n
GO
END                                                                *
```

6.1.2 Partant de la table d'accès et de la matrice origine-destination centroïde à centroïde, ce bloc construit une matrice origine-destination sommet à sommet du réseau. Il s'agit d'une réduction de la table.

6.2.1 Les remarques faites en 5.2.1 s'appliquent aussi aux trois premières cartes de ce module.

6.2.2 La commande:

REDUCE ACCESS TABLE TO NEAREST [NODE / NODE PREFER METRO / TWO NODES / BUS AND NEAREST METRO / NODE AND NEAREST METRO]

est obligatoire et unique dans le sens qu'une seule des cinq politiques de réduction doit être sélectionnée à chaque exécution du bloc **BUILD OD MATRIX.**

Cette politique de réduction agira pour tous les centroïdes sauf ceux pour lesquels on désire faire un 'accès forcé', i. e. arbitraire. Dans ce cas il faudra fournir la commande suivante.

6.2.3 **SPECIAL ACCESS ZONE** permet de définir un (1ère forme) ou deux (2e forme) noeuds du réseau auxquels on désire relier le centroïde de la zone. On peut utiliser autant de cartes **SPECIAL ACCESS ZONE** que l'on veut.

6.2.4 La nouvelle matrice origine-destination sommet à sommet pourra être conservée par la commande

KEEP MATRIX IDENT NUMBER *n*

6.2.5 La carte OD ON [INPUT / TAPE]

est obligatoire et définit le médium sur lequel sont disponibles les entrées non nulles de la matrice origine-destination centroïde à centroïde. S'il s'agit de **INPUT**, les cartes de données devront suivre immédiatement la carte **END.**

Le format de ces données est décrit en [2] et [3].

6.2.6 Les cartes GO et END ont toujours le même sens.

7.1.1 Bloc de commande **BUILD LINE FLOWS**

Les cartes de commande qui font partie de cet ensemble sont les suivantes:

```
BUILD LINE FLOWS                                        *
USE NETWORK IDENT NUMBER n                              *
USE MATRIX IDENT NUMBER n                               *
COMPUTE TREES WITH [TRAMIN]                             *
                   [CTM   ]
WALKING DISTANCE α [MILE]
                  [FEET]
EXPANSION FACTOR α
DIVIDE WAITING TIME BY α
INCREASE WAITING TIME BY α MINUTES
LINE n DIVIDE WAITING TIME BY α
LINE n INCREASE WAITING TIME BY α MINUTES
PRINT ORIGIN STATISTICS
PRINT NODE ACTIVITY
PRINT LINE FLOWS
KEEP STATOR IDENT NUMBER n
KEEP FLOW IDENT NUMBER n
GO
END                                                     *
```

7.1.2 Ce bloc déclenche le calcul de l'achalandage de chacune des lignes du réseau. Ce bloc est donc obligatoire pour réaliser l'affectation complète des passagers. A cet égard, les informations qui doivent être disponibles à l'entrée de ce module donnent une image

précise de la tâche qui sera accomplie. En effet, nous avons en main le fichier **NETWORK** définissant complètement le réseau, le fichier **MATRIX** contenant la matrice des déplacements origine-destination entre les différents noeuds du réseau ainsi que la spécification de l'utilisateur sur le type d'algorithme de cheminement qui devra être utilisé comme critère de sélection des usagers du système de transport. Les informations à la sortie sont aussi évidentes. Nous obtiendrons le fichier **FLOW** décrivant la charge de chacun des liens et la circulation des usagers en chacun des noeuds tandis que le fichier **STATOR** retiendra diverses statistiques de service concernant chacune des origines.

7.2.1 La première carte annonçant le module - **BUILD LINE FLOWS** - est obligatoire. Il en est de même des deux cartes suivantes qui ont pour but d'identifier les fichiers nécessaires, à savoir - **USE NETWORK IDENT NUMBER** *n* et **USE MATRIX IDENT NUMBER** *n* - . La configuration du réseau à l'étude ainsi que la matrice de déplacements sont alors caractérisés.

Les remarques de compatibilité 5.2.1 s'appliquent ici aussi.

7.2.2 L'utilisateur doit obligatoirement spécifier le type d'algorithme de cheminement qui sera appliqué au modèle à l'aide de la carte suivante: **COMPUTE TREES WITH ——**. Deux algorithmes sont alors disponibles: **TRAMIN** pour des chemins à transfert minimum ou **CTM** pour des chemins à temps minimum.

7.2.3 Deux paramètres à caractère global sont sous le contrôle de l'utilisateur. Leur emploi demeure facultatif cependant. La carte - **WALKING DISTANCE** $\underline{\alpha}$ **MILE** - a pour but d'associer une distance d'attraction au mode métro. Cette distance peut aussi être définie en pieds. L'absence de cette carte signifie une distance nulle d'attraction. La carte - **EXPANSION FACTOR** $\underline{\alpha}$ - s'applique à la matrice de déplacements dans le cas où les données auront été préalablement réduites. Par défaut, ce facteur multiplicatif est égal à l'unité.

7.2.4 Les cartes de commande suivantes sont facultatives. On retrouve quatre types de modification qui sont aussi disponibles dans le bloc de commande **UPDATE NETWORK SCHEDULE**, à savoir:

DIVIDE WAITING TIME BY $\underline{\alpha}$

INCREASE WAITING TIME BY $\underline{\alpha}$ **MINUTES**

LINE $\underline{n}$ **DIVIDE WAITING TIME BY** $\underline{\alpha}$

LINE $\underline{n}$ **INCREASE WAITING TIME BY** $\underline{\alpha}$ **MINUTES**

La signification de ces instructions demeure la même que dans le sous-module précité. Ici, cependant, le caractère des modifications de temps des éléments du réseau est temporaire. Utilisées à des fins de calibration, ces cartes ont pour effet de permettre à l'utilisateur de TRANSCOM d'affecter diverses pondérations sur les temps d'attente.

7.2.5 L'exécution du bloc de commande **BUILD LINE FLOWS** génère automatiquement l'impression de diverses statistiques de caractère global. D'autre part, des statistiques détaillées sur la charge et la circulation des passagers sur le réseau ainsi que sur les déplacements concernant les origines sont accumulées sur les fichiers **FLOW** et **STATOR.** L'utilisateur désirant obtenir une copie préliminaire de ces informations pourra commander:

PRINT ORIGIN STATISTICS : impression des statistiques sur les origines (nombre de déplacements, temps moyen d'attente et de voyage, nombre de transferts, distance moyenne);

PRINT NODE ACTIVITY : impression de l'activité en chacun des noeuds (entrants, sortants, transférants);

PRINT LINE FLOWS : impression de la charge (structure de représentation interne contenant le flot pour chacun des liens).

7.2.6 Les dernières cartes deviennent donc essentielles pour la conservation des informations générées par l'application du module. C'est la spécification des fichiers de sortie:

KEEP STATOR IDENT NUMBER *n* : statistiques générales collectées pour chacune des origines

KEEP FLOW IDENT NUMBER *n* : la charge de chacun des liens ainsi que la circulation en chacun des noeuds.

7.2.7 Les cartes **GO** et **END** conservent leur signification usuelle. Pas de données supplémentaires pour ce module.

8.1.1 Bloc de commande DISPLAY FLOWS

Cet ensemble comporte les cartes de commande suivantes:

```
DISPLAY FLOWS                          *
USE NETWORK IDENT NUMBER  n            *
USE FLOW IDENT NUMBER  n               *
PRINT LINE FLOWS
DESCRIBE NODE  n
DESCRIBE LINE  n
GO
END                                    *
```

8.1.2 Ce bloc facultatif permet l'impression de résultats spécifiques obtenus par l'exécution du module BUILD LINE FLOWS. L'utilisateur obtiendra sur demande la description de l'achalandage de certaines lignes ou encore la description de la circulation des usagers en certains noeuds du réseau. Les fichiers nécessaires à cette tâche sont NETWORK et FLOW.

8.2.1 La carte de bloc - DISPLAY FLOWS - est obligatoire. Il en est de même pour les cartes d'identification des fichiers, à savoir:

```
USE NETWORK IDENT NUMBER  n
USE FLOW IDENT NUMBER  n
```

Le fichier FLOW mentionné doit évidemment correspondre à la configuration du réseau étudié, i.e. le fichier NETWORK doit être le même qui a été utilisé lors du module BUILD LINE FLOWS pour cons-

truire le fichier **FLOW**. Ce contrôle de compatibilité est laissé à l'utilisateur.

8.2.2 Les cartes suivantes sont facultatives. Elles sont utilisées pour définir les différentes requêtes de l'utilisateur. Nous avons:

PRINT LINE FLOWS : qui commande l'impression de la structure interne du réseau avec la charge sur chacun des segments;

DESCRIBE NODE *n* : qui imprime l'activité au noeud mentionné; on y trouve les lignes et noeuds adjacents, la charge sur les liens entrant et sortant, le nombre d'usagers qui transfèrent, qui se déplacent à pied, etc;

DESCRIBE LINE *n* : qui imprime l'activité sur la ligne mentionnée; on y découvre le flot sur chacun des liens de la ligne, le flot total incluant les usagers transportés sur des lignes communes ainsi qu'une foule d'autres informations accessoires.

Plusieurs cartes du type **DESCRIBE** —— peuvent apparaître dans le bloc de commande.

8.2.3 Les cartes habituelles **GO** et **END** terminent cet ensemble. Aucune donnée supplémentaire n'est requise.

9.1.1 Bloc de commande DISPLAY PATHS

Cet ensemble comporte les cartes de commande suivantes:

```
DISPLAY PATHS                                          *
USE NETWORK IDENT NUMBER n                             *
DIVIDE WAITING TIME BY α
INCREASE WAITING TIME BY α MINUTES
LINE n DIVIDE WAITING TIME BY α
LINE n INCREASE WAITING TIME BY α MINUTES
PRINT PATHS ORIGIN n WITH [TRAMIN]
                          [CIM   ]
                          [CTPM  ]
GO
END                                                    *
```

9.1.2 Ce bloc facultatif a pour but de fournir l'impression détaillée d'arbres de chemins optimaux. Il commande l'exécution d'un algorithme de cheminement à partir de certaines origines choisies par l'utilisateur. Ce sous-module peut être appelé à toute étape, à la seule condition que le fichier NETWORK soit déjà constitué.

9.2.1 La carte de bloc - DISPLAY PATHS - est obligatoire. Par la même occasion, il est nécessaire de spécifier le réseau sur lequel des chemins devront être calculés. La carte USE NETWORK IDENT NUMBER *n* est donc essentielle.

9.2.2 On a vu que le fichier de type NETWORK est créé par le module BUILD NETWORK et peut être modifié de façon permanente par le module UPDATE NETWORK SCHEDULE. Il peut être utile de vérifier

l'effet d'une telle modification à l'aide de **DISPLAY PATHS**. On peut alors utiliser les cartes **DIVIDE**, **INCREASE**, **LINE** *n* **DIVIDE** et **LINE** *n* **INCREASE** pour produire temporairement ces modifications.

De plus, ces commandes peuvent être utilisées pour reproduire les conditions dans lesquelles une charge a été obtenue par le module **BUILD LINE FLOWS**.

Toutes ces commandes obéissent aux règles définies précédemment et sont exécutées avant le premier calcul de chemins.

9.2.3 On obtient l'impression d'un ou plusieurs arbres de cheminement par des cartes du type

PRINT PATHS ORIGIN *n* **WITH** [**TRAMIN** / **CIM** / **CTPM**]

Pour chacune de ces cartes, à partir de l'origine mentionnée (un noeud du réseau), seront calculés et imprimés tous les chemins conduisant à tous les autres noeuds du réseau (considérés comme destinations).

Chacune de ces commandes spécifie l'algorithme[1] à utiliser.

Trois algorithmes sont disponibles:

TRAMIN : chemins à transfert minimum

CIM : chemins à temps minimum

CTPM : chemins à temps perçu minimum

[1] voir la description complète de ces algorithmes dans [2], [1].

9.2.4 L'ensemble se termine par les cartes GO et END habituelles. Aucune donnée supplémentaire n'est requise.

BIBLIOGRAPHIE

[1] Chapleau, R., Réseaux de Transport en Commun: Structure Informatique et Affectation,
Département d'informatique, Université de Montréal, 1974.

[2] Chriqui, C., Réseaux de Transport en Commun: les Problèmes de Cheminement et d'Accès,
Département d'informatique, Université de Montréal, 1974.

[3] Achim, C., Transcom et Son Superviseur: Description Technique,
Centre de recherche sur les transports, publication # 25,
Université de Montréal, 1975.